

## DESENVOLVIMENTOS RECENTES EM BLOCOS DE BETÃO LEVE



**António C. FONTES DE MELO**

Mestre em Construção de Edifícios

Director Industrial da PAVILECA

### SUMÁRIO

A evolução social e económica, propiciou nos últimos 60 anos a evolução rápida das exigências de desempenho da construção em geral, e particularmente a das alvenarias. Essas exigências do desempenho foram acompanhadas também pela evolução industrial, nem sempre com sucesso, proporcionando o aparecimento de novos materiais e novos conceitos de interligação entre os agentes ligados à construção.

O grupo LecaPortugal e particularmente a Pavileca tem vindo a desenvolver o modo e a filosofia de se construírem as alvenarias, com a introdução de novos conceitos como por exemplo a evolução das alvenarias exteriores de pano duplo para simples. Também a resolução das particularidades inerentes ao processo construtivo é uma preocupação e motivo de evolução. A ligação aos agentes da construção também é uma preocupação bem como a compatibilização dos vários elementos que compõe um sistema de alvenaria.

### 1. INTRODUÇÃO

Em Portugal nos últimos cinquenta anos assistiu-se a uma transformação radical do modo de se construírem as alvenarias dos edifícios, passando-se do conhecimento empírico adquirido durante séculos para resolver as suas singularidades, para o conhecimento científico rapidamente determinado e definido em função das exigências do mercado. Conhecimento este que, depois de transformado em soluções e produtos, na maior parte dos casos não teve tempo de ser testado antes de colocado no mercado.

O paradigma desta situação é a evolução recente das alvenarias exteriores dos edifícios de habitação que, devido à procura do mercado, evoluíram da parede simples de tijolo e de pedra até às recentes paredes duplas incorporando vários componentes como por exemplo: o isolamento, as barreiras para vapor, a meia cana cerzitada, a ventilação da caixa de ar, o escoamento da água e a correcção da ponte térmica. Todos estes componentes foram cientificamente estudados mas não suficientemente comprovados antes da sua divulgação massificada.

Senão analisemos esta evolução recente, que grosso modo passou pelas seguintes 5 fases:

1ª - Passagem da parede simples de pedra, abobe, taipa ou outra, estas com espessuras na ordem de mais de 60cm, para paredes simples de alvenaria de “tijolo de 22”. Devido à necessidade de habitação, a industria cerâmica desenvolve-se e os custos de construção diminuem relativamente às alvenarias tradicionais assistindo-se, assim, à generalização deste tipo de solução. Mas como este novo processo construtivo não foi suficientemente estudado os problemas não tardaram a aparecer, principalmente com a abertura de fendas o que propiciava a penetração da água da chuva.

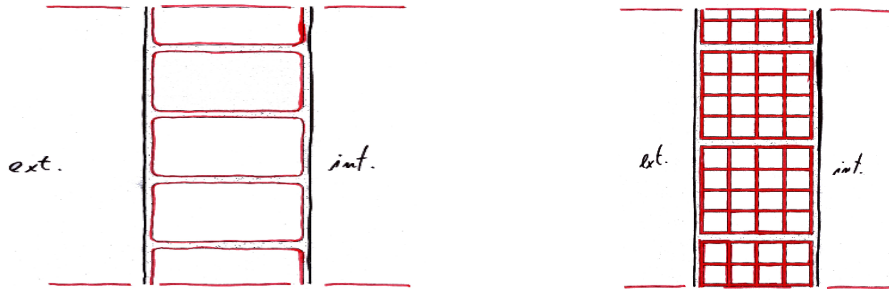


Figura 1 : Aspecto da antiga parede simples e da subsequente parede “tijolo de 22”

2ª - A solução para a resolução deste problema não tardou a aparecer com a construção da “parede dupla com tijolo de 11”, ou seja, introduziu-se um corte hídrico na alvenaria exterior. Com a aparente solução à vista, o mercado da construção desenvolve-se neste sentido com melhorias notórias, mas com problemas pontuais que se foram resolvendo. Um dos exemplos é a construção da meia cana impermeabilizada entre as duas paredes para recolher a água resultante da eventual fissuração do pano exterior de forma a evitar a sua migração para o interior. Ainda hoje é visível em algumas habitações o rodapé em madeira degradado devido a esta patologia.

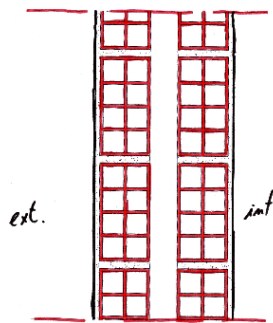


Figura 2 : Aspecto da “parede dupla com tijolo de 11”

3ª - Com o aumento das exigências de conforto do consumidor as “paredes duplas de tijolo de 11” começaram incorporar um isolante leve geralmente em placas fixado ao pano interior. Nesta mesma altura as caixilharias de alumínio tornam-se competitivas relativamente às tradicionais de madeira, que predominaram até aí e o mercado da construção rapidamente as adopta. Eis que surgem novas patologias, as condensações nas zonas frias ( vigas de bordo, pilares e zonas nervuradas das lajes de tecto em contacto com a envolvente exterior ). Esta patologia surge na sequência da diminuição da ventilação interior por causa da substituição das caixilharias de madeira por caixilharias de alumínio muito mais estanques, o que provocava o aumento da humidade relativa interior ( por diminuição da ventilação natural) pese embora que, quando usadas com vidro simples, funcionavam como condensadores naturais não agravando muito as patologias nas zonas frias das alvenarias. Mas quando se começam a aplicar os vidros duplos, os condensadores naturais passam a ser essas mesmas zonas frias.

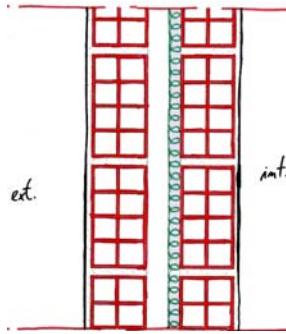


Figura 3 : Aspecto da “parede dupla com tijolo de 11 com isolante leve”

4ª - A solução para resolver este novo problema surge com a correção das pontes térmicas já à luz de regulamentação específica e da evolução do conhecimento científico o qual introduz um novo conceito, o da inércia térmica. Para a inércia térmica de uma alvenaria dupla só é contabilizada a massa que está entre o isolamento e o interior, pelo que, devido às grandes variações de temperatura entre a noite e o dia a melhor forma de amenizar a temperatura interior e reduzir a variação térmica é usar o conceito da inércia térmica com o aumento da espessura do pano interior da parede dupla. Assim nasce a “parede dupla de 15 mais 11 com isolante leve”.

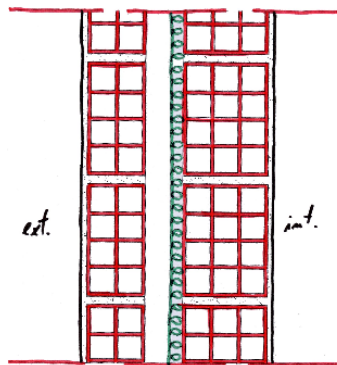


Figura 4 : Aspecto da “parede dupla de 11 mais 15 com isolante leve”

5ª - Mas de novo aparecem os problemas com a penetração da água pelo pano exterior que, por ser muito fino, tinha pouca resistência mecânica, fissurando com facilidade. Assim o conhecimento científico evoluiu, mais uma vez, dando mais importância ao aumento da resistência do pano exterior em detrimento da inércia térmica, invertendo a colocação do pano de 15 do interior para o exterior.

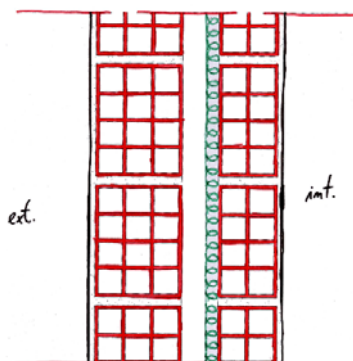


Figura 5 : Aspecto da “parede dupla de 15 mais 11 com isolante leve”

Esta 5ª fase corresponde à actualmente adoptada pela nossa construção em geral, mas com problemas crescentes não relacionadas especificamente com a tecnologia científica de construção, mas devido principalmente a três factores:

- a) - Não cumprimento das regras tecnológicas de construção tais como, colocação da barreira para vapor, a correcta colocação do isolamento, a execução correcta da meia cana, a limpeza da meia cana, a ventilação, o tratamento dos pontos singulares e tratamento das pontes térmicas.
- b) - Falta de integração e compatibilização dos vários órgãos construtivos, a saber: a zona corrente de parede com o revestimento exterior e com os pontos singulares (transições da alvenaria para elementos de betão armado e aberturas exteriores) .
- c) - Falta de instruções sobre a utilização ( manual de utilização ) correcta das habitações no que respeita à ventilação e aquecimento.

A falta de cumprimento destas regras faz com que continuem a aparecer patologias de vários tipos, principalmente relacionadas com a água na envolvente exterior dos edifícios com a consequente degradação prematura dos mesmos.

Assim prevê-se a curto prazo uma nova evolução, de fundo, na solução da envolvente exterior, que consiga pelo menos responder aos factores a) e b). Esta fase seguinte será provavelmente a evolução para a execução de paredes de pano simples em alvenaria usando novos materiais e tecnologias de construção de modo a responder o mais equilibradamente possível, às exigências de desempenho.

A evolução para a parede simples parece ser a via lógica no próximo futuro se analisarmos e compararmos a complexidade envolvida na execução de uma parede dupla em comparação com uma parede simples.

Por outro lado, o previsível aumento dos custos da mão da obra da construção e da dificuldade que os construtores possuem em construir uma parede dupla consonante com todos os requisitos, terá provavelmente como consequência, o abandono da parede dupla em detrimento da adopção de soluções mais simples.

Essas paredes simples tanto podem ser executadas com materiais mais ou menos homogéneos, como por exemplo bloco de betão leve ou tijolos com elevados desempenhos higratérmicos, acústicos, resistência e estanquidade, como podem ser compostas com o uso de dois ou mais materiais de forma a alcançar os desempenhos acima descritos. São exemplo deste tipo de paredes, as executadas em pano simples com um isolante leve pelo exterior.

## 2. O BETÃO LEVE

Renasce em 1990 no nosso País, a produção do betão leve com agregados leves de argila expandida por iniciativa de um grupo europeu com longa tradição na produção não só da argila expandida da marca LECA®, com também dos produtos em betão leve por ela incorporada.

### 2.1 Referencias históricas

As construções em betão leve só existem praticamente a partir dos fins do século XX altura em que teve início a produção industrial dos agregados leves. No entanto, existe um edifício de referência datado do ano 120 DC e mandado construir pelo imperador romano Adriano. Construído em betão leve, o Panteão de Roma tem uma altura idêntica a um edifício de 15 pisos e consiste numa cúpula hemisférica com um diâmetro interno de 43 m, apoiada num cilindro com o mesmo diâmetro e a mesma altura. Na confecção do betão foram usadas seis misturas diferentes de agregados dando origem a betões com massas volúmicas que variam entre 1300 kg/m<sup>3</sup>, na zona do óculo no topo da cúpula, até 2200 kg/m<sup>3</sup> junto às fundações em paredes com

espessura de 5m. O Panteão foi uma estrutura construída com um vão três vezes maior do que até então alguma estrutura tinha sido construída [2].

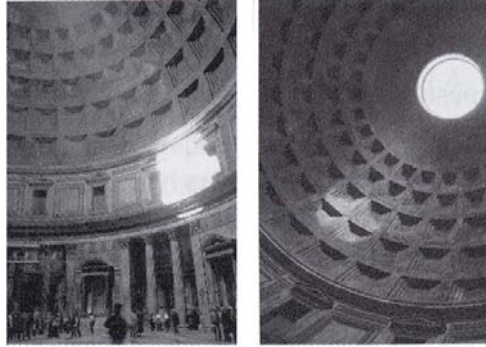


Figura 6 : Aspecto da cúpula do panteão em Roma

Mais tarde no século XX são numerosas as construções em betão leve, das quais se destacam duas. A primeira é uma ponte construída sobre o fiorde Salhus na Noruega aberta à circulação em 1994. O comprimento total da ponte é de 1615 m que engloba uma parte flutuante de 1246 m. A superestrutura é suportada por 10 pontões flutuantes construídos em betão leve com uma massa volúmica de  $1900\text{kg/m}^3$  e da classe LC 55 ( Lightweight Concrete classe 55MPa ).



Figura 7 : Ponte flutuante construída sobre o fiorde de Salhus na Noruega

A decisão da utilização do betão leve deveu-se sobretudo à economia que esta estrutura proporcionou comparativamente a uma em betão normal. A segunda engloba as várias plataformas petrolíferas em funcionamento no Mar do Norte, com estruturas construídas em betão leve.



Figura 8 : Aspecto da construção e da utilização de uma plataforma petrolífera, construída, no mar do norte, em betão leve

O estudo e emprego dos betões realizados com agregados de argila e xisto expandidas tem vindo a sofrer um enorme incremento desde 1970, proporcionando um conhecimento aprofundado das principais propriedades características destes agregados, bem como do comportamento do betão com eles produzido.

## 2.2 Enquadramento normativo

O betão leve distingue-se basicamente do betão de peso normal pela sua baixa massa volúmica e pela sua elevada resistência térmica. Assim, o seu desempenho é substancialmente diferente dos betões de peso normal. Ao betão normal é exigida resistência e trabalhabilidade; ao betão leve, além destas duas funções, são também exigidos a leveza e o isolamento térmico. As vantagens do betão leve relativamente ao betão normal podem resumir-se no seguinte:

*Redução do peso próprio* – diminui o peso da estrutura com consequente redução do custo das fundações, introduz menor carga nas cofragens e induz o aumento da produtividade com redução do consumo energético;

*Maior resistência térmica* – proporciona a sua aplicação em elementos onde o desempenho térmico é decisivo;

*Acústica* – sob determinados aspectos e em determinadas aplicações a utilização de betão leve poder conduzir a uma melhoria do comportamento acústico, designadamente absorção e isolamento para uma mesma massa;

*Durabilidade* – em betões leves com composições adequadas conseguem-se impermeabilidades satisfatórias que não põem em causa a sua durabilidade contrariamente ao senso comum.

A NP-ENV 206 [4] define os betões leves como tendo massas volúmicas inferiores a 2000 kg/m<sup>3</sup>. No Quadro 1 está ilustrada a classificação dos betões segundo essa norma.

Quadro 1 : Classificação dos agregados segundo a NP-ENV 206

<b>Designação do betão</b>	<b>Massa volúmica absoluta</b>
Betão leve	< 2000 kg/m <sup>3</sup>
Betão de peso normal	2000 e 2800 kg/m <sup>3</sup>
Betão pesado	> 2800 kg/m <sup>3</sup>

A NP ENV 206 classifica ainda os betões leves de acordo com a sua massa volúmica em seis classes (Quadro 2), entre 901 kg/m<sup>3</sup> e 2000kg/m<sup>3</sup>.

Quadro 2 : Classificação dos betões leves de acordo com a ENV 206

<b>Classe de massa volúmica</b>	<b>LC1.0</b>	<b>LC1.2</b>	<b>LC1.4</b>	<b>LC1.6</b>	<b>LC1.8</b>	<b>LC2.0</b>
kg/m <sup>3</sup>	901 a 1000	1001 a 1200	1201 a 1400	1400 a 1600	1601 a 1800	1801 a 2000

## 2.3. Produtos e exigências funcionais

Quando se projectam produtos pré-fabricados em betão leve, além de se identificarem as funções do produto de forma a cumprirem as necessidades dos utilizadores, também é necessário conhecer as exigências funcionais do betão leve de modo a compatibiliza-las com as exigências do produto.

No Quadro 3 é proposto o grau de importância de cada exigência funcional do betão leve em função do produto onde ele será incorporado. É proposto um índice de 1 a 3. A função toma o

valor de 1 se for pouco importante, 2 se for medianamente importante e 3 se for muito importante.

Quadro 3 : Relevância das propriedades dos betões leves quando incorporados nos produtos

<i>Exigência funcional</i> <i>Produto</i>	Resistência à compressão	Resistência térmica	Comportamento acústico	Resistência e protecção contra o fogo	Durabilidade	Leveza
Blocos aplicados na envolvente de edifícios	3	3	3	2	2	1
Blocos aplicados na compartimentação interior de edifícios	1	1	3	3	2	2
Blocos aplicados em pequenas construções ou indústria	1	1	1	2	3	3
Blocos arquitectónicos	3	2	2	2	3	1
Blocos de cofragem	2	1	1	3	1	3
Blocos lintel	1	3	1	2	1	3
Condutas de chaminé	1	3	1	3	3	1

Os índices propostos são discutíveis em função das especificidades próprias de cada produto. O quadro não pretende servir mais do que uma orientação na selecção do tipo de betão leve.

### 3. EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE ALVENARIA COM ELEMENTOS EM BETÃO LEVE

#### 3.1 Referências históricas

Em Portugal a pré-fabricação em betão leve é recente, cerca de uma década, mas no Norte da Europa onde as condições climáticas sob determinados aspectos são mais exigentes o seu uso ocorre há já mais de 40 anos. Enquanto que em Portugal, relativamente à geometria, os produtos tem percentagens de furação de mais de 50% reflectindo as condições climáticas mais amenas, nos Países do Norte praticamente só se usam peças maciças e muitas vezes incluindo ainda um isolante leve.

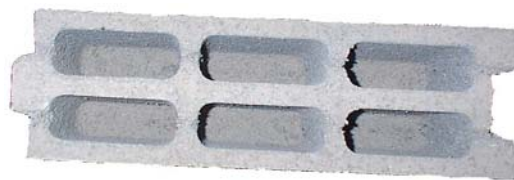


Figura 9 : Aspecto de um bloco com elevada % de furação usado em Portugal



Figura 10 : Aspecto de blocos leves usados nos Países do Norte

### 3.2 Desenvolvimento em Portugal

A aplicação dos produtos pré-fabricados em betão leve para alvenarias em Portugal projecta-se em cinco campos de aplicação distintos, são eles:

**Blocos aplicados na envolvente de edifícios** – são produtos nos quais o desempenho térmico, acústico e de estanquidade à água é preponderante e onde o betão leve, dadas as suas características térmicas, acústicas e mesmo mecânicas, garante um bom comportamento aos produtos que o incorporam. Estes blocos são multi-câmara ou maciços e possuem normalmente elevados desempenhos termo-higrométricos. Têm normalmente espessuras acima dos 25 cm. Estes blocos podem ter também funções estruturais.

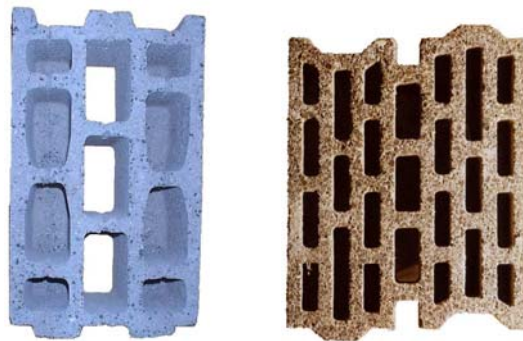


Figura 11 : Aspecto de dois tipos de blocos em betão leve aplicados na envolvente exterior de edifícios. À esquerda um Bloco Térmico® e à direita um Isolbloco®

Quadro 4 : Principais características dos blocos em betão leve aplicados na envolvente exterior de edifícios:

Designação	Série “Térmico®” e Série “Isolbloco®”
Dimensões (cm)	50x15x20; 50x20x20; 50x25x20; 50x30x20; 40x32x20
Resistência à compressão	>2.50 Mpa
Coefficiente de transmissão térmica	1.70 a 0.75 W/m <sup>2</sup> .°C
Isolamento sonoro	44 a 50 (dB)
Classe de reacção ao fogo	M0
Comportamento ao fogo	CF 180 a CF 240

**Blocos aplicados na compartimentação interior de edifícios** – possuem espessuras que variam entre 8 e 15cm, não têm qualquer função estrutural, e distinguem-se sobretudo pela sua leveza. É exigido bom desempenho no que respeita ao isolamento acústico.



Figura 12 : Aspecto de um bloco de betão leve de pequena espessura usado na compartimentação interior de edifícios. Série “*Bloco Leve Industrial*®”

Quadro 5 : Principais características dos blocos de betão leve de pequena espessura usados na compartimentação interior de edifícios

<b>Designação</b>	Série “ <i>Bloco Leve Industrial</i> ®”
<b>Dimensões (cm)</b>	50x08x20; 50x10x20; 50x12x20
<b>Resistência à compressão</b>	>2.50 Mpa
<b>Coefficiente de transmissão térmica</b>	2.50 a 2.30 W/m <sup>2</sup> .°C
<b>Isolamento sonoro</b>	39 a 42 (dB)
<b>Classe de reacção ao fogo</b>	M0
<b>Comportamento ao fogo</b>	CF90 a CF120

**Blocos aplicados em pequenas construções ou na indústria** – estes produtos constituem a grande quota de mercado dos blocos de alvenaria. As espessuras variam entre 15 e 20 cm. A função principal é a leveza e as funções secundárias são os comportamentos térmico e acústico e a resistência à compressão. São aplicados em naves industriais, armazéns, instalações agrícolas e muros de vedação.

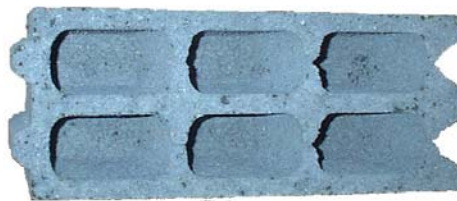


Figura 13 : Aspecto de um bloco de betão leve usado na envolvente exterior de edifícios cujo desempenho térmico não seja preponderante. Série “*Bloco Leve Industrial*®”

Quadro 6 : Principais características dos blocos de betão leve usados na envolvente exterior de edifícios cujo desempenho térmico não seja preponderante

<b>Designação</b>	Série “ <i>Bloco Leve Industrial</i> ®”
<b>Dimensões (cm)</b>	50x15x20; 50x20x20
<b>Resistência à compressão</b>	>2.50 Mpa
<b>Coefficiente de transmissão térmica</b>	2.10 a 1.80 W/m <sup>2</sup> .°C
<b>Isolamento sonoro</b>	44 a 46 (dB)
<b>Classe de reacção ao fogo</b>	M0
<b>Comportamento ao fogo</b>	CF 120; CF240

**Blocos arquitectónicos** – são produtos destinados a permanecer à vista no interior ou no exterior dos edifícios. Em Portugal tem-se assistido a um franco desenvolvimento deste tipo de produtos, embora a incorporação de betão leve seja ainda pequena, por duas razões. A primeira reside no facto de ainda não se ter tirado partido estético do agregado leve como acontece noutros países, onde os blocos de betão leve de argila expandida se assemelham ao granito depois de sujeitos a um tratamento por corte vulgarmente designado por “splitagem”. A segunda razão deriva da ideia pré concebida de que os agregados leves tem um mau comportamento em presença da água. Efectivamente, a capacidade de absorção de água dos agregados leves é em geral, superior à dos agregados normais. No entanto, isto não se traduz numa maior absorção de água pelo betão leve pela menor microfissuração associada ao processo de cura deste tipo de

betões, devido ao facto do módulo de elasticidade dos agregados leves ser inferior ao da parte aglutinante [2] [3].



Figura 14 : Aspecto de um bloco arquitectónico em betão leve LecaDecor® imitando uma parede de granito

**Blocos técnicos** – São produtos de pequena série desenvolvidos para determinados segmentos de mercado em que se pretende potenciar determinadas funções específicas como a função térmica ou acústica. Em Portugal só se conhece um fabricante que destina parte da sua capacidade de produção no desenvolvimento deste tipo de produtos.



Figura 15 : Aspecto de um bloco técnico destinado à correcção acústica de salas ou aplicado em barreiras acústicas, Sonicbloco,® simulando os ressoadores de Helmutz, especialmente eficiente para as frequências médias.

Quadro 7 : Principais características do bloco técnico destinado à correcção acústica de salas ou em barreiras acústicas

<b>Dimensões (cm)</b>	50x20x20
<b>Peso unitário</b>	14.2 Kg
<b>Resistência mecânica</b>	2.50 (Mpa)
<b>Isolamento acústico</b>	45.0 dB
<b>Coefficiente de absorção acústica (média de 160 a 400 Hz)</b>	0.80
<b>Resistência ao fogo</b>	M0

O desenvolvimento recente em Portugal tem vindo a evoluir da simples produção dos elementos da construção ( ver anexo ), até ao sistema de alvenaria, integrando todos os órgãos e compatibilizando todas as suas singularidades.

É exemplo disso o desenvolvimento recente das soluções para alvenarias exteriores em habitação constituídas por blocos de betão leve de argila expandida.



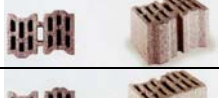




Em 1993 aparecem no mercado os primeiros blocos para alvenarias simples exteriores, designados por “*Blocos Térmicos*®”, que foram comercializados sem que inicialmente houvesse preocupação com a sua integração nas especificidades da arquitectura, concretamente:

- tratamento das pontes térmicas;
- tratamento das ombreiras de portas;
- tratamento da caixa de estore;
- remate do alvenaria com o fundo da viga de bordo;

Com a evolução do mercado, surge em 1999 um conjunto de blocos para alvenaria, interdependentes entre si, designados pelo fabricante por “*Sistema Isolbloco*”, destinados sobretudo à envolvente exterior de edifícios de habitação. Este sistema não é mais do que um conjunto de elementos que procuram resolver as especificidades descritas acima e distingue-se das demais formas de construir alvenarias, pela “cumplicidade” do fabricante perante as dificuldades que a solução arquitectónica apresenta, envolvendo-se com os projectistas e construtores com o objectivo de encontrar soluções para essas especificidades dentro do “*Sistema Isolbloco*”.

As peças do sistema e as suas funções estão apresentadas no quadro 9.

Quadro 9 : Peças do “*Sistema Isolbloco*®” e as suas funções

	Peça base com dimensões 40x20x32. É a peça base do sistema que permitirá construir paredes com 32cm de espessura
	Peça base com dimensões 40x20x32 com face lisa. É uma peça que servirá para rematar a parede junto a ombreiras de portas e janelas.
	Peça com dimensões 20x20x32. Serve para fazer os remates junto a pilares e permite fazer o acerto para o assentamento contrafiado da parede.
	Peça com dimensões 20x20x32 com face lisa. Pode ter a mesma função da peça anterior mas também permite fazer o remate nas ombreiras das portas e janelas.
	Peça com dimensões 40x10x32. Peça mais baixa para fazer os fechos junto à viga de bordo.
	Bloco de estore. Peça que permite a integração da caixa de estore no sistema.
	Forra térmica 50x20x05. Peça que permite corrigir as pontes térmicas em pilares e vigas de bordo.

Relativamente às características físicas do “*Sistema Isolbloco*®”, elas estão resumidas no quadro 10.

Quadro 10 : Principais características do “*Sistema Isolbloco*®”

<b>Coefficiente de transmissão térmica</b>	0.75 W/m <sup>2</sup> .°C
<b>Isolamento sonoro</b>	50 (dB)
<b>Comportamento relativamente à penetração da água da chuva</b>	Humedecimento de 20% da alvenaria ao fim de 232h de ensaio
<b>Absorção de água por capilaridade</b>	0.001547 Kg/m <sup>2</sup> /minuto
<b>Classe de reacção ao fogo</b>	M0
<b>Comportamento ao fogo</b>	CF240

Esta solução construtiva vem, de certa forma, ao encontro do passado com o renascimento da solução de pano simples para as alvenarias exteriores, questão esta já discutida atrás.

Embora à luz da tradição construtiva recente no nosso País esta solução não seja completamente pacífica, ao perspectivar o futuro próximo, ela é lógica e eventualmente imprescindível ao

analisar principalmente dois factores. O primeiro prende-se com a **complexidade da construção** de uma parede de alvenaria em pano duplo, e a segunda prende-se com a evolução do **custo da mão de obra** da construção que em breve poderá inviabilizar a solução dupla em benefício da simples.

Quanto à **complexidade da construção**

No que respeita à complexidade da parede dupla versus parede simples, analisem-se as figuras 16 e 17 as quais representam cortes de paredes de pano duplo e pano simples respectivamente.

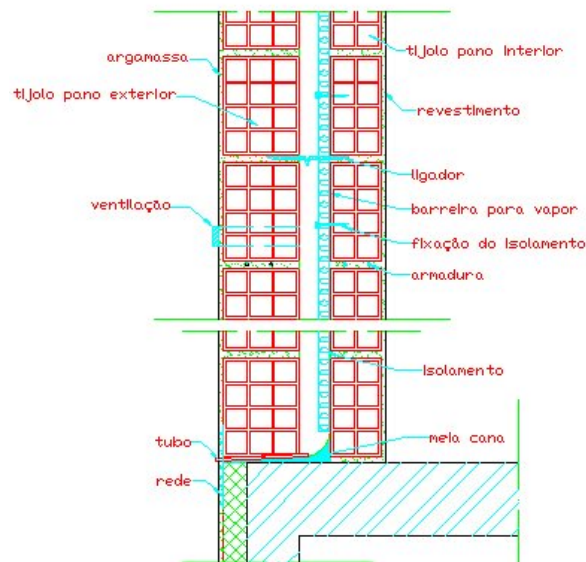


Figura 16 : Corte de um pano duplo de alvenaria

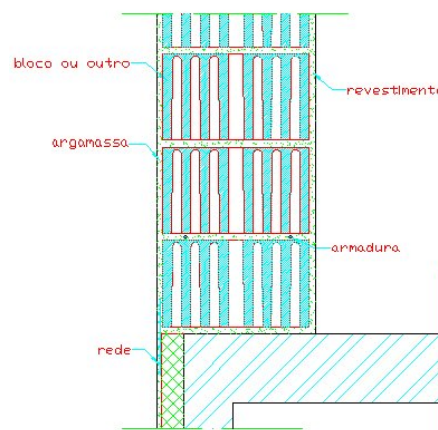


Figura 17 : Corte de um pano simples de alvenaria

Como se verifica a complexidade para construir uma parede dupla é bastante elevada exigindo aos agentes da construção formação e conhecimentos adequados para a executar de acordo com as normas técnicas, o que nem sempre acontece por desconhecimento ou porque a pressão temporal para executar os trabalhos assim o exige. De notar que os elevados níveis de formação que a construção de uma alvenaria dupla exige, na maior parte dos casos não é correspondida na prática.

Em contraponto, a parede simples da Figura 17 incorpora menos componentes diminuindo a probabilidade da má aplicação e exigindo menos conhecimentos e treino ao seu executor.

No quadro 11 estão descritos todos os componentes de uma parede de alvenaria e também o seu enquadramento em função do tipo, simples ou dupla.

Quadro 11 : Componentes das alvenarias duplas de tijolo e simples do “*Sistema Isolbloco*®”

	Simple	Dupla
Argamassa de assentamento	X	X
Argamassa de reboco hidrófuga	X	X
Ligadores entre panos		X
Barreira para vapor		X
Ventilação da caixa de ar		X
Canal de escoamento		X
Tratamento das transições entre materiais ( alvenaria/elementos estruturais )	X	X
Fixações para o isolamento leve		X
Armadura de junta	X	X
Isolamento leve		X

#### Quanto ao custo da mão de obra

Prevê-se que o custo da mão de obra continue a subir até níveis equiparados aos que se praticam na união Europeia, tornando assim inviável a construção de alvenarias de pano duplo em benefício das de pano simples, isto porque, o custo de mão de obra para erigir duas paredes mais finas é quase o dobro do que para erigir uma só mais grossa.




Além dos custos relacionados com a mão de obra, à medida que o País se desenvolve, também à rapidez com que se constrói está intimamente relacionada com o capital investido o que obrigará à busca de soluções mais rápidas e fiáveis. Já temos experiência desta problemática numa grande parte dos edifícios industriais, nos quais, os promotores geralmente gastam um pouco mais de recursos financeiros durante o processo construtivo, em soluções mais rápidas, sabendo que esses sobrecustos serão rapidamente amortizados pelo “*start-up*” mais cedo da sua actividade económica.

O desenvolvimento recente das soluções de alvenaria integrando as especificidades do processo construtivo não está unicamente direccionado para a envolvente exterior de edifícios de habitação. Também nos edifícios industriais, no seguimento da ideia transmitida atrás, a solução para alvenarias em betão leve LECA evoluiu de simples elementos comercializados “à peça” para um conjunto de blocos que integram os pilares e lintéis de travamento da estrutura.

Também aqui o fabricante começa a ter uma interacção biunívoca com os projectistas e construtores com o objectivo de rentabilizar os custos de produção evitando as dispendiosas cofragens.

No quadro seguinte são mostradas as peças desta solução designada pelo fabricante como “*Sistema Leve Industrial*®”.

Quadro 12 : Peças do “Sistema Leve Industrial®” e as suas funções

	Peça base com dimensões 50x20x20 para a zona corrente
	Peça com dimensões 50x20x20 designada por bloco cinta para construir os lintéis
	Peça com dimensões 50x20x20 designada por bloco pilar para construir os pilaretes de ligação.

Nas imagens seguintes são mostrados alguns casos de aplicação integrada desta forma de construir.



Figura 18 : Aspecto da solução de algumas singularidades propostas pelo “Sistema Leve Industrial®”

#### 4. CONCLUSÕES

Pelos assuntos discutidos verifica-se o incremento da intervenção, cada vez mais dinâmica, do fabricante de soluções em betão leve de acordo com as solicitações do mercado.

Assim, não será difícil perspectivar a continuação desta evolução integrando novos produtos evoluindo do elemento, o bloco de alvenaria simples e desintegrado, para o órgão que é o estado actual de algumas das soluções, até se atingir no futuro o sistema de alvenaria entendido como um todo.

O “Bloco Térmico” constitui um processo de construção desintegrado embora denotando já preocupação com o comportamento térmico. O “Sistema Isolbloco®” e o “Sistema Leve Industrial®” são constituídos por conjuntos de elementos que no seu todo respondem a várias especificidades, mas nos quais ainda falta fazer a integração das argamassas de assentamento e das argamassa de reboco, estas que constituem o segundo órgão da parede.

Partindo destes pressupostos prevê-se a curto prazo a criação de uma argamassa de assentamento premisturada devidamente estudada para responder as características de cada uma das soluções de alvenaria, sejam elas o “Sistema Isolbloco®” ou o “Sistema Leve Industrial®”. Na fase seguinte será a criação de argamassas de reboco devidamente estudadas e compatibilizadas com a estrutura de suporte e travamento.

No futuro, prevê-se que o fabricante dos elementos para alvenaria integre os dois órgãos principais que são as paredes e as argamassas (de assentamento e de reboco), com a sua aplicação de forma a **garantir** ao cliente **final a funcionalidade do sistema de alvenaria**.

## 5. REFERENCIAS

- [1] - MELO, A. – **Caracterização de Betão Leves Vibrocomprimidos com Agregados Leves de Argila Expandida**. (Tese de mestrado). Porto, 2000 – FEUP – 2001.
- [2] - Cruz, Paulo J. S. – **Betões Leves de Elevado Desempenho. Propriedades e Aplicações Estruturais – Comunicações do 1º Congresso Nacional das Indústrias de Prefabricação em Betão** – Porto 2000.
- [3] - Cruz, Paulo J. S.; Jalali, Said – **Betões Leves para Aplicações Estruturais – Comunicações do Encontro Nacional Betão Estrutural 2000** – Porto 2000
- [4] - NP ENV 206

## ANEXO

**Elementos** – Componentes simples que ligados entre si por uma argamassa constituem um órgão de alvenaria. São exemplo os blocos e os tijolos.

**Órgãos** – Conjunto de elementos que no seu todo cumprem um conjunto de exigências de desempenho. São exemplos de órgãos uma parede de alvenaria e um revestimento de superfície.

**Sistema** – Conjunto de órgãos que compatibilizados satisfazem todas as exigências de desempenho previstas em projectos. É exemplo disto uma alvenaria revestida e acabada.